فصلنامه علمی-پژوهشی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال دهم، شماره دوم، بهار ۱۳۹۷

بررسی و سنجش تاب آوری شبکه ارتباطی شهری با رویکرد مدیریت بحران (نمونه موردی منطقه ۲ تهران)

پروین دخت بدیع

دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

محمود رحیمی[۱]

استادیار شهرسازی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۱

چکیده

در سال‌های اخیر، مطالعه درباره‌ی مفاهیم تاب‌آوری در مقیاس‌های شهری و منطقه‌ای توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرده است، هرچند سطح و تعداد این مطالعات در مقیاس شهری بیش از مطالعات انجام شده در مقیاس‌های بالاتر است. از این رو، خلأ این دسته از مطالعات در حوزه‌ی مطالعات منطقه‌ای نمایان است. به ویژه درکشور ایران، با وجود برخی مطالعات در زمینه‌ی متون نظری در مقیاس شهری، هنوز مطالعه‌ی عمیق و جامعی بر روی مفهوم تاب آور در بعد منطقه‌ای صورت نپذیرفته است. هدف اصلی این پایان نامه، تبیین مفهوم تاب‌آوری شهری تلاش در جهت تبیین مؤلفه‌ها و شاخصه‌های سازنده تاب‌آوری و تعیین سهم عوامل مؤثر بر تقویت تاب‌آوری در هنگام زلزله می‌باشد. دراین پژوهش در مرحله اول ۱۲ شاخص «دسترسی به مراکز امداد و نجات شهری، درجه محصوریت، تراکم جمعیتی، کاربری زمین، PGA وفضاهای باز» انتخاب شده و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) و ترکیب نقشه‌های مربوط به شاخص‌های ذکر شده در محیط GIS، تاب‌آوری منطقه دو در مقابل زلزله مورد بررسی قرار گرفته است. در مرحله دوم، تاب‌آوری بدنه شبکه‌های ارتباطی مشخص شده و با استفاده از شاخص‌هایی مذکور و... میزان تاب‌آوری شبکه‌های ارتباطی مهم منطقه ۲ شهرداری تهران در برابر زلزله به صورت تحلیلی بیان شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بدنه خیابان‌هایی که دارای تراکم‌های جمعیتی بالا، دسترسی محدود به مراکز امداد و نجات شهری و فاصله زیاد مراکز مسکونی به فضاهای باز شهریست، باعث گردیده محله‌های غربی منطقه دو شهرداری تهران تاب‌آوری کمتر نسبت به زلزله خواهد داشت. با حرکت از سمت غرب منطقه به طرف شرق به میزان تاب‌آوری بدنه خیابان‌ها افزوده می‌شود. همچنین بدنه بزرگراه‌ها (چمران و شیخ فضل اله ویادگار) و خیابان‌های با عرض بیشتر و تراکم جمعیتی کمتر دارای تاب‌آوری بالا وعدم دسترسی مطلوب خیابان‌ها مرکز منطقه به مراکز امداد ونجات شهری و درجه محصوریت بالا و تراکم‌های جمعیتی بالا دارای کم‌ترین تاب‌آوری هستند.

واژگان کلیدی: شبکه ارتباطی، تاب‌آوری، مدیریت بحران، IHWP

۱- (نویسنده مسئول) Mahmoudrahimi9@gmail.com

مقدمه

مخاطرات طبیعی پتانسیل این امر را دارند که در نبود سیستم‌های تقلیل مخاطرات به سوانحی هولناک بدل شوند (Chadha et al, 2007). در طی سالهای گذشته، جهان شاهد برخی از مخاطرات پیش بینی نشده طبیعی چون تسونامی آسیا، گردباد کاترینا و زمین لرزه سیچوان چین بوده است. اگرچه برخی از ابزارهای پیش بینی کننده به کار گرفته شده‌اند، اما واقعیت این است که مخاطرات آتی را نمی‌توان بر اساس شواهد پیش بینی کرد و همچنین نمی‌توان به راحتی حالت، اندازه و مکان این مخاطرات را از پیش بیان کرد. بنابراین افزایش یا بهبود توان ظرفیتی یک سیستم برای ایستادگی و بازیابی در برابر مخاطرات بسیار مهم است. در حال حاضر بسیاری از سازمانهای دولتی و غیردولتی تقویت تاب‌آوری گروه‌ها و جوامع را در اولویت قرار داده و به این امر از طریق تحقیق، تهیه و توسعه برنامه‌ها، سیاستگذاریها و همچنین از طریق اقدامات آموزشی به مدیریت سوانح پرداخته‌اند (Coghlan & Norman, 2004). دراین میان تبیین رابطهٔ تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی (زلزله)، در واقع نحوهٔ تأثیرگذاری ظرفیت‌های اجتماعی، اقتصادی، نهادی، سیاسی و اجرایی جوامع در افزایش تاب‌آوری و شناخت ابعاد تاب‌آوری در اجتماع است. شایان ذکر است که نوع نگرش به مقولهٔ تاب‌آوری و نحوهٔ تحلیل آن، از یکطرف در چگونگی شناخت تاب‌آوری وضع موجود و علل آن نقشی کلیدی دارد و از طرف دیگر سیاست‌ها و اقدامات تقلیل خطر خطر و نحوهٔ رویارویی با آن را تحت تأثیر اساسی قرار می‌دهد. از این روست که تبیین رابطهٔ تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی (زلزله) و کاهش اثرات آن، با توجه به نتایجی که در بر خواهد داشت و تاکیدی که این تحلیل بر بعد تاب‌آوری دارد از اهمیت بالایی برخوردار است. در واقع هدف از این رویکرد کاهش آسیب‌پذیری جوامع و تقویت توانایی‌های مردم برای مقابله با خطرات ناشی از وقوع سوانح طبیعی است. امروزه، تاب‌آوری در حوزه‌های گوناگون به ویژه در مدیریت سوانح بکار گرفته می‌شود. چهارچوب طرح هیوگو در ۲۲ ژانویه ۲۰۰۵ به تصویب استراتژی بین المللی کاهش بحران سازمان ملل متحد (UNISDR) رسید، که خود حرکتی مثبت در این زمینه محسوب می‌شود. از زمان تصویب این لایحه قانونی، هدف اصلی برنامه‌ریزی برای مخاطره و کاهش خطربحران، علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری به نحوی بارز به سمت تمرکز روی ایجاد تاب‌آوری در جوامع گرایش پیدا کرده است (Mayunga,2007). توجه فزاینده به آنچه که جوامع گوناگون را متأثر خود کرده است، موجب می‌شود تا آنها راه‌های کمک به خود و تقویت توان خویش را بیابند (IFRC, 2004). حوادث غیر مترقبه به عنوان چالشی اساسی در جهت مدیریت و برنامه‌ریزی شهری به شمار می‌رود. شناخت شیوه‌های مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح، بوسیله ی الگوهای مختلف کاهش آسیب پذیری در برنامه‌ریزی و مدیریت سوانح وارد شده است و جایگاهی مناسب در سیاست‌گذاری‌های ملی هر کشور یافته است تا شرایط مطلوبی را برای کاهش کارآمد وموثرتر خطرات در سطوح مختلف مدیریت سوانح ایجاد نماید. در این میان تبیین رابطه‌ی تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی، در واقع نحوه‌ی تأثیرگذاری ظرفیت‌های اجتماعی، اقتصادی، نهادی، سیاسی واجرایی جوامع در افزایش تاب‌آوری و شناخت ابعاد تاب‌آوری در اجتماع است. همچنین باید توجه داشت که تبیین رابطه‌ی تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی و کاهش اثرات آن، با توجه به نتایجی که در بر خواهد داشت و تاکیدی که این تحلیل بر بعد تاب‌آوری دارد از اهمیت بالایی برخوردار است. در واقع هدف این رویکرد، کاهش آسیب پذیری جوامع و تقویت توانایی‌های مردم برای مقابله با خطرات ناشی از وقوع سوانح طبیعی

است (Davis&Izadkhah,2006:11). در سال‌های اخیر نهادها و آژانس‌های فعال در زمینه‌ی کاهش سوانح بیشتر فعالیت‌های خود را بر دستیابی به جامعه‌ی تاب آور در برابر سوانح متمرکز ساخته‌اند که در بین سوانح طبیعی، مقابله با زمین لرزه به دلیل خسارات وسیع و ناهنجاری‌های گسترده‌ی اجتماعی، از اولویت بالایی برخوردار است. شهر تاب آور، شبکه‌ای پایدار از سیستم‌های فیزیکی و اجتماعات انسانی است. سیستم‌های کالبدی، اجزای طبیعی و ساخته شده‌ی شهر شامل شبکه ارتباطی، ساختمان‌ها، زیر ساختها، تاسیسات تأمین انرژی و همچنین مسیرهای آب، خاک، ویژگیهای جغرافیایی و امثال آن هستند. در مجموع، سیستم‌های فیزیکی به مثابه کالبد یک شهر (استخوان‌ها، شاهرگ، و...) هستند که در هنگام سوانح باید قادر به حفظ و ادامه‌ی حیات و عملکرد خود باشند (Zhou et al.,2009:2). در سالهای اخیر خطر پذیری شهرهای بزرگ ایران، به ویژه شهر تهران، در برابر حوادث و سوانح غیر مترقبه افزایش داشته است. مورد مطالعه در این پژوهش از مناطق کلانشهر تهران است که با توجه به ماهیت تحقیق که یک مطالعه تطبیقی خواهد بود در نهایت به انتخاب محلاتی که واجد ارزشهای متفاوت فرهنگی، اقتصادی یا به لحاظ زیر ساختهای اجتماعی–اقتصادی متفاوت باشند پرداخته می‌شود. پژوهش در ارتباط با مرحله پیش از بحران و معطوف به تقلیل خطر بحران می‌باشد. به عبارت دقیق‌تر هدف این مطالعه بطور کلی مطالعه رابطه تاب‌آوری اجتماعات شهری با وضعیت خطرپذیری در برابر زلزله و شناخت ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی تاب‌آوری و استنباط‌های لازم برای اقدامات تقلیل خطر بحران و همچنین درک بهتر رابطه تاب‌آوری اجتماعات شهری به منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی است همچنین با توجه به تقویت تاب‌آوری و نقش آن در کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله) در مناطق شهری (شهر تهران) بر نقش آموزش و ارتقای آگاهی‌ها و اطلاع رسانی، توسعه دانش، تعهدات عمومی و چارچوب‌های نهادی، مهارت‌های محلی، بومی و.... بعنوان سیساتهای افزایش و تقویت تاب‌آوری تاکید می‌شود. در هنگام وقوع زلزله شبکه‌های ارتباطی منطقه ۲ شهرداری تهران، درصورتی که کمترین آسیب را ببینند، باعث تسریع در تخلیه جمیت ساکن و امدادرسانی به موقع می‌شود. اگر برنامه ریزی درست شبکه‌های ارتباطی در ساختار فضایی منطقه رعایت نشود، این امر باعث تراکم بیش از حد برخی معابر و در نتیجه کندی در تخلیه و امداد رسانی خواهد بود. پس از وقوع یک سانحه و در نخستین ساعات، یکی از مهمترین مسائل پیش رو، اتخاذ روشهایی به منظور مهار سانحه یاجلوگیری از گسترش احتمالی آن و همچنین مساله امداد و نجات مجروحین و صدمه دیدگان می‌باشد. اهمیت مسائل فوق و ضرورت سرعت همراه با دقت، برنامه ریزی شبکه‌های ارتباطی را ضروری ساخته و وجود مسیرهای دسترسی ویژه‌ای را می‌طلبد که علاوه بر قابلیت کارآیی پس از بحران، خودکمترین آسیب ممکنه را از سانحه پذیرا شوند و بتواند قابلیت گسترش عملکرد را نیز داشته باشند. بدیهی است درچنین شرایطی شبکه ارتباطی بایستی کارآمدی و ایمنی خود را نیز حفظ کند. زلزله مشکلات متفاوتی چون آسیب و انهدام مناطق مسکونی، ساختمان‌ها، سازه‌ها و تاسیسات زیر بنایی مخصوصاً پلها و جاده‌ها، خطوط راه آهن مخازن آب وخطوط انتقال برق را به وجود می‌آورد. وقوع چنین حوادثی معمولاً اثرات قابل ملاحظه‌ای را برای کاهش عملکرد شبکه دسترسی مجاور خود خواهند داشت. لذا در این مقاله سعی می‌گردد درراستای یافتن پاسخ به سؤال عوامل و مؤلفه‌های تبیین کننده تاب‌آوری شهر در برابر وضعیت خطر پذیری سانحه زلزله در منطقه دو شهرداری تهران با تاکید بر رویکرد مدیریت بحران کدامند؟

مدیریت بحران

مدیریت بحران علمی کاربردی است که به وسیله مشاهده سیستماتیک از بحران‌ها پیشگیری می‌کند و یا در صورت وقوع برای کاهش آثار آن، ضمن آمادگی لازم برای امدادرسانی سریع و بهبودی و بازسازی اوضاع اقدام می‌کند (Nategh elahi, 1999: 711). بشر همواره برای مقابله با فاجعه، شیوه‌های مناسب با امکانات موجود را در جامعه به کار می‌برده است. در سال‌های اخیر این اقدامات و مراحل مبارزه با حوادث به صورت علمی در آمده است و به عنوان یک حرفه معرفی شده است (Drike & Huatmer: 2004: 25). امروزه مدیریت بحران به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای توسعه پایدار، سهم بزرگی را در مدیریت دولتی در کشورهای پیشرفته به خود اختصاص داده است (Ahmadiyan et.al 2007: 2). چرخه‌ی مدیریت جامع بحران که به شرح زیر است.

۱) پیشگیری و کاهش پیامدها: کاهش احتمال وقوع یا تأثیرات ناشی از بحران‌ها؛ در این مرحله موضوع‌های مهمی نظیر مقاوم‌سازی بناها و کاهش تأثیرات غیر سازه‌ای مطرح‌اند (Husseini jenab: 2004: 21).

۲) آمادگی: برنامه‌ریزی و پژوهش، آموزش و مانور؛

در این مرحله اجزای مهمی نظیر آموزش، پژوهش، مانور، طراحی و برنامه‌ریزی، ایجاد ساختارهای مدیریتی و مدیریت منابع قرار دادرند که می‌توان آموزش همگانی را مهمترین فعالیت ضروری برای ارتقای ایمنی در کشور دانست (Ibid: 21).

۳) مقابله: ارائه‌ی خدمات اضطراری بلافاصله پس از وقوع بحران؛

در این مرحله فعالیت‌های مهمی نظیر اجرای برنامه‌های عملیاتی، استاندارد مدیریت بحران و هماهنگی‌های بین بخشی مد نظر قرار می‌گیرد (Ibid: 21).

۴) بازسازی: بازگرداندن جامعه به حالت عادی نه لزوماً حالت پیش از بحران (Ibid: 21).

مدیریت بحران به عنوان چرخه فعالیت‌های کاهش، آمادگی، پاسخگویی و باز یابی تعریف می‌شود. فعالیت‌های کاهش به مجموعه عملیات‌های اشاره می‌کند که در پی کاهش آسیب پذیری جامعه در برابر پیامدهای بحران می‌باشد. فعالیت‌های آمادگی به دنبال انجام اقداماتی است که در صورت وقوع بحران دولت و مسئولین را آماده مقابله با بحران می‌سازد. مرحله پاسخگویی شامل فعالیت‌های است که جهت پاسخگویی فوری و مقابله با آثار کوتاه مدت بحران در نظر گرفته می‌شوند. این اقدامات عمدتاً به دنبال نجات جان انسان‌ها، محافظت از اموال و دارایی‌ها و رفع نیازهای اساسی و اولیه انسان‌ها می‌باشد. امداد و نجات، جستجو، اطفا حریق، خدمات پزشکی، اسکان موقت، تخلیه و... از جمله فعالیت‌های گروه پاسخگویی به بحران یک فرایند پویا و بسیار حساس نسبت به زمان است و تصمیم گیران نیاز به دریافت آخرین شرایط محیط بحران زده را دارند. بنابراین هر گونه تأخیر در جمع‌آوری داده‌ها، دست‌یابی و استفاده از این اطلاعات پیامدهای منفی بر کیفیت تصمیم‌گیری در برخواهد داشت. فعالیت‌های باز یابی مسئولیت پیگیری فعالیت‌های را بر عهده دارد که به دنبال برگرداندن جامعه بحران زده به حالت طبیعی و قبل از وقوع بحران می‌باشد (Ahmadiyan et.al. 2007).

تاب‌آوری

مفهوم تاب‌آوری اولین بار در سال ۱۹۷۳ توسط هولینگ در مقاله‌ای تحت عنوان"تاب‌آوری و پایداری سیستم‌های اکو لوژیکی"با دیدگاه محیط زیستی مطرح شد. در پژوهش‌های هولینگ با پیدایش یک شاخص گمشده در مفهوم تاب‌آوری به نام "طرفیت تغییر"، مواجهیم که اساس تاب‌آوری است (Cross,2008). طبق تعریف هولینگ، تاب‌آوری عبارت است از: معیاری از توانایی سیستم برای جذب تغییرات، در حالی که هنوز مقاومت قبلی را دارد (Holling,1973). در نگاه سطحی، هدف از "تاب‌آوری "بعنوان آرمانی جهانی در سطح فردی، سازمانی و جامعه‌ای مطرح است. ولی در واقع تاب‌آوری در برابر بلایا، نیازمند ترکیب موارد متعددی است که در ظاهر مخالف هم هستند Gadz Chac, 2011). همانطور که پیش‌تر ذکر شد، شهر مجموعه‌ای از شبکه‌های متنوع ذینفعان در قالب ساختار پیچیده است. ایجاد قالبی برای فرصت تاب‌آوری به نحوی که همه دست اندرکاران بتوانند آنرا با مأموریت و اهداف فعلی خود تنظیم کنند می‌تواند دشوار باشد. در این میان سانفرانسیسکو (کالیفرنیا) از "چرخه تاب‌آوری"با زمینه‌های کابردی هشتگانه آن استفاده می‌کنند تا به شرکا چه در داخل و چه خارج از دولت نشان دهد مأموریت سازمان آنها به چه نحو با آن دسته از ذینفعان که در بخشهای متفرقه دیگر کار می‌کنند و ممکن است تصور شود کار آن‌ها کاملاً متفاوت است، ارتباط پیدا می‌کند.

نمودار شماره ۱ چرخه تاب‌آوری

Source: UNISDR-2009

باوجود گذشت بیش از سه دهه از تجارب ارزشمند پژوهش جمعی در مورد تاب‌آوری، هنوز این واژه در حوزه‌های مختلف علمی دارای معانی متفاوت و متضاد است. بسیاری از تناقض‌های موجود بر سر معنای تاب‌آوری، از تمایل‌های شناختی، دیدگاه‌های موجود در سیستم‌های اکولوژیکی – اجتماعی و روش‌ها و تفاوت‌های مفهومی – بنیادی ناشی می‌شود. نتیجه این معانی متفاوت، ایجاد یک فرهنگ مبهم معنایی و رویکردهایی برای درک تاب‌آوری نسبت به شوک‌های خارجی یا مخاطره‌های طبیعی است. با وجود این، ایسر معتقد است افزایش ابهام و انعطاف پذیری تاب‌آوری، بسیار با ارزش است، زیرا این مفهوم، در عمل ارتباط‌های نزدیک‌تری را بین رشته‌ها و علوم مختلف به وجود می‌آورد. به طور کلی در این مقاله، با توجه به تعاریف تاب‌آوری و اهداف تحقیق، تعریف کارپنتر و دیگران (۲۰۰۱) که در بسیاری از پژوهش‌ها آن را به عنوان تعریفی جامع قبول کرده‌اند، پذیرفته می شودمطابق

نظر کارپنتر، تاب‌آوری عبارت است از:۱-میزان تخریب و زیانی که یک سیستم قادر است جذب کند، بدون آنکه از حالت تعدال خارجشود،۲-میزان توانایی یک سیستم برای سازماندهی و تجدید خود در شرایط مختلف و ۳-میزان توانایی سیستمدر ایجادو افزایش ظرفیت یادگیری و تقویت سازگاری با شرایط. از این رو، کارپنر سیستمی را تاب آور می‌داند که دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- ظرفیت جذب فشارها یا نیروهای مخرب با پایداری وسازگاری
- ظرفیت اداره، حفظ ساختارها وعملکردهای اساسی وویژه، درهنگام سوانح
- ظرفیت باز یابی"برگشت به گذشته"پس از یک سانحه.

توانایی یک سیستم، جامعه، ویا اجتماع در معرض مخاطرات قرارگرفته، برای مقاومت، جذب، تطابق ویاترمیم اثرات یک مخاطره دریک رفتارکارآمدوبه موقع ازجمله ازطریق حفظ و استقرار مجدد ساختارها وعملکردهای ضروری خود (UNISDR-2009).

تاب‌آوری خصوصیتی است که انسان با مجهز شدن آن و پذیرفتن این موضوع که درمعرض خطر قراردارد، خود را برای مقابله، ایستادگی و مقاومت برای بقای بیشتر در طبیعت آماده می‌کند و در همین ارتباط باید همه اقدامات ما از بررسی موضوع بلایا تا برنامه‌ریزی و مقابله با آن مبتنی بر تحقیق و پژوهش باشد.

به نظر مایانگا (۲۰۰۷)، می‌توان گفت برخی محققان دیدگاه اکولوژیکی را در مورد مفهوم تاب‌آوری اتخاذ کرده و بر ظرفیت خود سازماندهی مجدد سیستم تاکید کرده‌اند و تمایل دارند مفهوم تاب‌آوری در برابر سوانح را به عنوان یک تعریف کنند تا نتیجه و پیامد. برخی از تعریف هابه چشم انداز بلند مدت گرایش دارند و تاب‌آوری در برابر سوانح را فرایند باز یابی بلند مدت بعد از سوانح تعریف کرده‌اند، یعنی تاب‌آوری می‌تواند معیاری یا وسیله‌ای در طول زمان برای باز یابی یا برگشت به گذشت جهت حفظ تعادل باشد.

برداشت‌ها ونگرش‌هایی که ناظر بر مفهوم تاب‌آوری در برابر حوادث است بر روند شکل‌گیری و شکل‌دهی به نحوه مقابله با حوادث در یک جامعه تأثیر بسزایی دارد، بنابراین فهم پدیده‌ها بر نحوه عینیت‌یافتگی آن‌ها مؤثر است و شناخت برداشت‌های نظری از مفاهیم کمک زیادی به شناخت پدیده‌ها می‌کند. این اصل در مورد مفهوم تاب‌آوری نیز صدق می‌کند. بررسی سیر تحول پیدایش و کاربرد مفهوم تاب‌آوری نشان می‌دهد که برداشت‌های مختلفی از آن وجود دارد. در اصطلاح زبان‌شناسی واژه تاب‌آوری به توانایی یک شیء برای بازیابی شکل و ساختار اصلی خود، پس از آنکه تحت‌تاثیر نیروهای خارجی تغییر شکل یافته، دلالت دارد. استفاده از واژه تاب‌آوری در حوزه حوادث و بحران دردهه ۱۹۸۰ به‌طور خاص به وسیله مهندسان و اندیشمندان علوم پایه صورت گرفت وبرداشت این دسته ازمفهوم تاب‌آوری به توانایی جذب و برگشت‌پذیری پس از حوادث خطرناک ارتباط داشت. این واژه به‌عنوان پلی برای پرکردن خلأهای بین کاهش خطر بلایا وسازگاری با تغییرات محیطی است. در واقع واژه تاب‌آوری به مفهومی برمی‌گردد که به راحتی می‌تواند با تمامی مراحل و بخش‌های سوانح و مدیریت بحران ارتباط پیدا کند واز آن برای دستیابی به راه‌حل‌هایی جهت رفع پیچیدگی‌های مفهومی و پاسخ به سؤالات محققان استفاده شود. توانایی اجتماع جهت برگشت‌پذیری یا گذر از شرایط بحرانی با حفظ ساختار و فعالیت سیستم قابلیت انعطاف و پیش‌بینی (چه اتفاقی رخ می‌دهد، چه کارهایی باید انجام شود تا قابلیت‌های عملکردی سیستم حفظ شود) درجمع‌بندی مفاهیم؛

پویایی، سازگاری، فرآیندمحوری، برگشت‌پذیری، قابلیت انعطاف و پیش‌بینی، کلیدواژه‌های اساسی در تعریف تاب‌آوری هستند.

بررسی تعاریف ارائه شده از جنبه‌های مختلف نشان می‌دهد که انتخاب یکی ازآنها و کاربست آن بسیار مشکل خواهد بود. هسته‌های اصلی در تعاریف را می‌توان به شرح زیر برشمرد :

- تاب‌آوری به عنوان یک صفت ذاتی و پویا در جوامع واجتماعات
- سازگاری و استحکام در هنگام مقابله
- یا در پیش‌بینی بحران‌ها
- فرآیندمحوری با رویکرد قیاسی وبهبود وضعیت اجتماع (Mayunga, 2007: 26).

شهر تاب آور

شهری است که دراثر مواجه با مخاطرات متحمل برخی سختی‌ها می‌گردد اما به دلیل مدیریت جامع بحران و افزایش توان و مقاومت و سازگاری، سریعاً از وضعیت اضطراری خارج می‌شود(Crisis Management Organization, 2011). شهر است که درآن بلایا به کمترین میزان رسیده است، زیرا که مردم آن در خانه‌ها و محله‌هایی با خدمات منظم و زیر ساختهایی که ازقوانین ساختمانی معقول پیروی می‌کنند زندگی می‌کنند، بدون آنکه در آن به خاطر کمبود اراضی مناسب، خانه‌سازی های بی قاعده بر روی دشتهای سیل خیز و زمین‌های شیب دار صورت پذیرفته باشد. اخیراً لورنس ویل و توماس کامپانلا اظهار کرده‌اند که شهر "ماندگارترین ساخته دست بشر است". در واقع، چنانچه آنان گفته‌اند، با وجودآنکه"شهرها غارت شده، سوخته، آماج بمب قرار گرفته، دچار سیل شده، به گرسنگی دچار شده و مورد تهاجم هسته‌ای قرار گرفته‌اند، تقریباً درتمامی موارد توانسته‌اند مجدداً همچون افسانه ققنوس برخاسته و به زندگی بازگردند"(Vale&Campanella,2005:3). چنین ادعایی مبتنی بر شواهد تاریخی بسیاری است. بنا بر گزارش چندلر وفاکس، بین سالهای ۱۱۰۰ تا ۱۸۰۰ میلادی در سرار جهان تنها ۴۲ شهرپس از تخریب به طور دائم متروکه شدند (Chandler&Fox.1974) درواقع روایت‌های مربوط به تخریب و بازسازی، اغلب متون مربوط به شهر هاپس ازسوانح طبیعی یا بشری را به خود اختصاص داده‌اند. اورشلیم که شاید شهری است که بیشترین تخریب‌ها وبازسازی‌ها رادرتاریخ تجربه کرده باشد (Elon,1989)" پس از تحمل جنگها، زلزله‌ها، تغییرات وگذارهای مذهبی، تخریب‌های بدون بازسازی و حفاظت خرابه‌ها، هنوز هم مکانی با اهمیت ویژه" (Beinart, 2005:181). همه اینها رویکرد ویژه‌ای نسبت به تاب‌آوری را در گذر زمان نشان می‌دهد. اززمان افلاطون تا دوره توماسمان، شهر همواره به عنوان محصول زنده فرهنگی و اجتماعی بشر بوده (و شناخته می‌شده) است. بنا برنظر لوئیز مامفورد، پیش از شکل‌گیری کلانشهر ها"در شهرها، روستاها، غارها و حتی توده‌های سنگی محل زندگی انسان‌ها، تمایلی ذاتی برای زندگی اجتماعی وجود داشته است وشهر در ابتدا به عنوان یک مکان ملاقات شکل می‌گیرد" (Mumford,1961:5). نگرش به تاب‌آوری همچون مقاومت، بر این نکته تاکید می‌کند که اگر چه زمان برخی از ساخته‌های کالبدی را تحلیل برده است، اما بر ساختهای اجتماعی پا برجا مانده‌اند (مثل نمونه"شهرهای گمشده"همچون پمپی که هنوز هم مکانی برای یادآوری است). تا جایی که به تحلیل و نقد مفاهیم مرتبط با شهر است، این ویژگی‌های زندگی بشری و اجتماعی هستند که تاب‌آوری شهرها از طریق ادامه زندگی شهری در طول

زمان از طریق آنها بیان می‌شود. تقریباً هر برنامه ریز، معمار، فیلسوف یا اقتصاددانی با این ادعا موافق است که شهر به خودی خود نمایانگر نقطه انرژی بیشینه اجتماعی دریک سرزمین است، مکانی که درآن زمان وتجربه بشری درتمامی فرایندهای قدرت و نمادهای مصنوع فرهنگی قابل مشاهده هستند (Mumford,1961). همچون مدل چرخه سازگاری هولینگ، شهرها نیز به صورت دوری در مسیر فرایند مداوم تخریب، باز طراحی و باز پیکربندی تکامل می‌یابند (Vale&Campanella,2005). با وجود آنکه برخی شهرها آسیب‌هایی را درکوتاه مدت تجربه کردند (زلزله، جنگ و جز آن‌ها)، روایت‌های مرتبط با سوانح برپایه فرهنگ خوشبینی بیان شده‌اند، فرهنگی که درآن تاب‌آوری موضوعی با ابعاد سیاسی و اجتماعی است (Berke&Campanella,2006)، در حالی که ساخت مجدد شهر، یک نیاز اجتماعی- روانشناختی برای مقابله عملی با سوانح است (Kai,1995). گام مفهومی میان فرایند سانحه - بازیابی وتکامل مدوام شهرها با مقایسه تفاوتهای تاب‌آوری مهندسی و نگرشهای چرخه سازگاری ودگرگونی نمایش داده می‌شود. تفاوت‌های میان این دو مدل درعمل، در فرایندهای و عناصر یادگیری اجتماعی که باعث می‌شوند مردم رفتارهای خود را تغییر داده و با تنش‌ها سازگار شوند عناصری که امکان تکامل سیستم همراه با بازیابی در بلند مدت را مسیر می‌سازند، انعکاس می‌یابند. بااین حال، در بسیاری از مورد پژوهشی درمورد سوانح شهری، می‌تواند مشاهده کردکه یادگیری اجتماعی ازاولین لحظات درتخصیص مجددکاربری‌های برخی شهرهای تخریب شده، آشکارا وجود داشته است (Tidball,2010). دراین موارد، یادگیری اجتماعی ممکن است بتواندکمک کندکه چرا با وجود بازیابی یک شهریا منطقه آن شهریا منطقه به ندرت بوسیله آن پدیده،"دگرگون"می‌شود. (Mitchell,1999:Pellin,2003) این فرض، رویکردهای تکامل شهرها را با روایتهای بازیابی و سوانح مرتبط می‌کند، دو موردی که هردو درتلاش برای دستیابی به فرایند توسعه و نوسازی پس از اختلالات هستند. برای مطالعه چنین تکامل‌های تاب‌آوری، بسیاری از نویسندگان مدلهایی (برای نمونه سلول‌های خود کار) راجهت تبیین اصول بنیادین پویایی‌های الگوهای شهری خود سازماندهی فضایی ایجاد کرده‌اند (Jiang, 2009: White & Engelen, 1993: Frankhauser,1998). با این حال، ما در این مطالعه بر آن نیستیم که درمورد تکامل شهرها به خودی خود صحبت نماییم، بلکه خواهان تاکید بر روابط میان ظرفیت‌های بازیابی وتاب‌آوری برای سازگار شدن هستیم. در واقع، بسیاری از اصول، برگونه ای از تاب‌آوری (شهری) تمرکز کرده‌اند که استحکام شهری را درحوزه های اقتصاد زیرساخت و شبکه افزایش می‌دهد. برای مثال پل باران درسال ۱۹۶۴ میلادی، مفهوم تاب‌آوری شبکه‌ای را معرفی نمود (Baran,1964) که با بازپیکربندی ساختار سیستم‌ها تعریف می‌شد: شبکه‌های متمرکز (یک منبع، آسیب پذیری بیشتر)، نامتمرکز (شبکه‌ای از منابع، آسیب پذیری کمتر) یا شبکه‌های توزیع شده (تاب آورتر)، متون متاخردرمورد تروریسم و مقابله باسوانح طبیعی (Komer,2000:Gastil&Ryan,2002) تصدیق می‌کنند که توجهات باید بیشتربرجنبه های فضایی و سرزمینی تاب‌آوری درتوسعه و برنامه‌ریزی محلی و منطقه‌ای معطوف شود (Foster,2007:Hill et al,2008). افزون برآن، اززمان رخداد ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱، این جریان روز به روز قوت یافت که ایمنی را معادل تاب‌آوری بشمارند، زیرا هر چه کارکردهای شهری از منظر فضایی پراکنده‌تر باشند، احتمال آسیب پذیری عناصر حیاتی شهر (برق، آب، اینترنت و سایر زیر ساخت‌ها)(و در واقع تاب‌آوری آن‌ها) در برابر حملات کاهش می‌یابد. در این مورد، از منظر تاب‌آوری بوم شناختی، مفهوم افزونگی باعث کاهش شکاف بین

انتظام‌ها می‌شود. در واقع، در اکوسیستم‌های تاب آور، افزونگی با فراوانی تنوع کارکردی بروز می‌یابد، بدین معنا که گروه‌های بسیاری کارکردهای یکسان را انجام می‌دهند و قادر هستند در مواقع ضرورت یا تغییر جانشین یکدیگر شوند. به همین صورت در شهرها، تمرکز زدایی فضایی بسیاری از کارکردهای ضروری، می‌تواند نشانگر تاب‌آوری باشد، زیرا هر عنصر می‌تواند در مواقع نیاز جایگزین دیگری شود تا سیستم پایدار بماند. افزون برآن، تاب‌آوری شهری از این منظر، به واسطه الگوهای ارتباطی، رابطه محکمی بانگرش بوم شناختی دارد (Mitchell & Townsend, 2005). همین نکته را می‌توان در مورد رویکردهای اقتصادی جدید به تاب‌آوری مطرح کرد (Hassnik, 2010). زیرااثرات اقتصادی بین مقیاسی سیستم‌های شهری شده منطقه‌ای (و اثرات وارد بر آنان) را در نظر می‌گیرند (برای مثال زمانی که یک نوسان شدید در ضبط دارایی‌های مردم به دلیل عدم توانایی پرداخت وام‌هایشان رخ می‌دهد، اقتصاد منطقه‌ای دچار اختلال می‌شود). از همه این شواهد مربوط به تاب‌آوری کوتاه مدت (مربوط به ایجاد یک سیستم مستحکم‌تر و مقاوم‌تر همچون شهر، شبکه یا اقتصاد) می‌توان دو عنصر را که اصل بازیابی را به سطوح بالاتری می‌رسانند، باز شناخت. تغییر دگرگونی، حتی در همان نمونه‌های تاب‌آوری کوتاه مدت نیز سیستم‌ها باید برای باز یابی تعادل یا کارکردهای (پیشین) تغییر کنند: تغییری که ممکن است ناشی از یادگیری اجتماعی، باز پیکربندی اقتصاد یا شبکه‌ها باشد. در بخش بعدی، چارچوب دوم تاب‌آوری شهری بررسی خواهد شد: چارچوبی که درآن الگوهای پایداری به سوی دگرگونی سیستم‌ها در مقیاس‌های مختلف در راستای سازگار شدن با تغییرات در بلند مدت بیان می‌شوند. با این وجود یک شهر تاب آور باید موارد زیر دارا باشد

۱. با وجود مواجهه با سوانح در حال پیشروی، از طریق فراهم نمودن دسترسی به آب، انرژی، غذا، سر پناه و مدیریت پسماند، نیازهای اولیه جامعه را مرتفع می‌سازد

۲. با ارتقا سطح آگاهی، اتخاذ اقدامات برنامه‌ریزی مستقیم و تضمین دسترسی به منابع مناسب در زمان بروز سانحه، از جان انسان حراست می‌کند.

۳. برای کاستن از احتمال بروز سوانح و اثرات ناشی از آن، دارایی‌ها را حفاظت و نگهداری کرده و توسعه می‌دهد تا در زمان وقوع سانحه ارائه خدمات حیاتی ادامه داشته باشد.

۴. برای اطمینان از اینکه جامعه با ثبات و در صلح است، روابط انسانی و هویت بخشی را تسهیل نماید، تا از نفاقهای اجتماعی بعد از سانحه یا در حین وقوع آن جلوگیری کند.

۵. سطح دانش، آموزش و نوآوری را ارتقا می‌دهد، چرا که باعث بالا رفتن میزان درک تهدیدها شده، مدیریت سانحه را بهبود بخشیده و قابلیت درس گرفتن از تجربیات گذشته را ایجاد می‌کند.

۶. با نگهداری سیستم قضایی اثر بخشی که افراد و نهادها را مسئول حفظ صلح می‌داند، ازقانون حقوق مساوی، عدالت و برابری دفاع می‌کند

۷. با بهبود دسترسی به فعالیت‌های در آمد زا و حمایت از کسب و کار (بخش خصوصی) در زمان بروز بحران از معاش شهروندان پشتیبانی می‌کند.

۸. با تقویت رقابت پذیری، تنوع بخشی به مبنای اقتصادی شهر و ارتقا محیط کسب و کار سالم، شکوفایی اقتصادی را بر می‌انگیزاند.

ابعاد تاب‌آوری

تاکنون هیچ مجموعه‌ای ویژه‌ای از شاخص‌ها یا چارچوبهای سازمان یافته برای کمی‌سازی تاب‌آوری سوانح بوجود نیامده است. با وجود این، در جامعه علمی، اجماعی وجود دارد مبنی براینکه تاب‌آوری، مفهومی چند جانبه و دارای ابعات اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی است جدول ۲، ابعاد و شاخص‌های تاب‌آوری سوانح را نشان می‌دهد. تاب‌آوری رویکردی است چندوجهی و بحث پیرامون این رویکرد نیازمند توجه به ابعاد مختلف و تاثیرگذار بر آن می‌باشد دراین میان ۴ بعد اجتماعی، اقتصادی، نهادی، کالبدی بعنوان ابعاد تاب‌آوری معرفی شده‌اند. مطالعاتی که در این زمینه انجام شده است، به شاخص‌هایی برای ارزیابی تاب‌آوری اشاره کرده‌اند. با توجه به حوزه هر یک از این مطالعات، معمولاً به شاخص‌هایی در همان بعد اشاره شده است. چون اندازه‌گیری تاب‌آوری در شرایط مطلق دشوار است، باید رویکردی تطبیقی به کار گرفته شود و متغییر ها بعنوان شاخصی از تاب‌آوری در نظر گرفته شوند. در همین زمینه، انتخاب شاخص‌ها در مطالعات مربوط به تاب‌آوری باید بر اساس دو ملاک صورت گیرد:۱-توجیه بر مبنای ادبیات موجود در مورد تناسب آن با تاب‌آوری:۲-قابل دسترس بودن داده‌های کیفی منابع. در همین زمینه چون تاب‌آوری هنوز در مراحل اولیه خود است، توسعه عملیاتی مانند این برای بهبود درک ماهیت چند بعدی تاب‌آوری و مؤلفه‌های سازنده آن و مهمتر از آن، فراهم کردن مقیاس‌هایی که به سادگی درک شوند و قابل کاربرد در فرایند تصمیم‌گیری باشند، لازم است شاخص‌های تاب‌آوری پس ازایجاد می‌توانند روش مفیدی برای بررسی مکان‌ها و مقایسه بین و درون هر ناحیه برای جوامع فراهم کنند.

جدول شماره ۱: ابعاد تاب‌آوری

بعد	تعریف	شاخص‌ها
اقتصادی	در فعالیت‌های اقتصادی تاب‌آوری به نیاز سیستم اقتصادی به سیستم پشتیبان برای حفظ پایداری و تعادل بعد از وقوع سوانح و بحران‌ها می‌پردازد (Derissen, Quaas:2009, Baumgärtner,&).	شدت (میزان) خسارت‌ها، ظرفیت یا توانایی جبران خسارتها و توانایی برگشت به شرایط شغلی و درآمدی مناسب در قالب درآمد، منابع درآمد، سرمایه، دسترسی به خدمات مالی، پس اندازها و سرمایه‌های خانوار، بیمه، احیای فعالیت‌های اقتصادی بعد از یک سانحه، اشتغال، وابستگی اشتغال به یک بخش ویژه.
کالبدی-محیطی	در بعد کالبدی علاوه بر تأمین سرپناه‌هایی برای آسیب‌دیدگان بعد از وقوع بحران، به اصولی برای طراحی کالبد قبل از وقوع بحران و مخاطره پرداخته می‌شود	تعداد شریانهای اصلی، خطوط لوله، جاده‌ها و زیرساخت‌های حیاتی، شبکهٔ حمل ونقل، کاربری زمین، ظرفیت پناهگاه، نوع مسکن، جنس مصالح، مقاومت بنا، کیفیت و قدمت بنا، مالکیت، نوع ساخت وساز، ارتفاع ساختمانها، فضای باز ساختمان محل سکونت، فضای سبز، تراکم محیطی، دسترسی، ویژگی‌های جغرافیایی، ویژگی‌های ژئوتکنیک و شیب، شدت و تکرار مخاطرها، گسل‌ها.
نهادی	حاوی ویژگی‌های مرتبط با تقلیل خطر، برنامه-ریزی و تجربه سوانح قبلی است (رضایی،۱۳۹۰)	بستر، زیرساخت، روابط و عملکرد نهادها، ویژگی‌های فیزیکی نهادها نظیر تعداد نهادهای محلی، دسترسی به اطلاعات، نیروهای آموزش دیده و داوطلب، قوانین و مقررات، تعامل نهادهای محلی با مردم و نهادها، رضایت از عملکرد نهادها، مسئولیت پذیری، مراکز تصمیم‌گیری، نحوهٔ مدیریت یا واکنش به سوانح مانند ساختار سازمانی، ظرفیت، رهبری، آموزش و تجربه
اجتماعی	این بعد حاصل، تفاوت ظرفیت اجتماعی در بین جوامع است. به عبارت دیگر ظرفیت گروه‌های اجتماعی و جوامع در بازیابی خود پس از وقوع بحران و یا پاسخ مثبت دادن به سوانح است (رضایی، ۱۳۹۰).	آگاهی، دانش، مهارت، نگرش، شبکه‌های اجتماعی، ارزش‌های جامعه، سازمان‌های مبتنی بر صداقت، درک محلی از خطر، خدمات مشاوره‌ای، سلامتی و رفاه، سن، دسترسی، زبان، نیازهای ویژه، دلبستگی به مکان، مشغولیت سیاسی، مذهب، درگیری اجتماعی، تمایل به حفظ معیارهای فرهنگی قبل و بعد از سانحه.

Source: Norris, 2005, Vale & et.al, 2006, Adger, 2000, Cutter & et.al, 2008 & Maguire & Hagen, 2010

گام مهم دیگر در تحقیقات مربوط به اجتماعات تاب آور، تعیین شاخص‌های لازم برای اندازه‌گیری و ارزیابی میزان تاب‌آوری آنهاست. مرحله مهم در ایجاد شاخص‌ها، شناسائی متغیرهای است که متناسب، قوی و بیانگر آن عامل باشند. تاکنون به جرات می اوان گفت که هیچ مجموعه مشخصی از دسته‌بندی شاخص‌ها، برای کمی‌سازی میزان تاب‌آوری اجتماعات ارائه نشده است، ولی اجماع کلی در جامعه علمی، مبنی بر اینکه تاب‌آوری و اجتماع آور یک مفهوم چند جانبه شامل ابعادی چون اجتماعی، اقتصادی، نهادی، کالبدی و محیطی است. تاب‌آوری، رویکردی است چندوجهی و بحث پیرامون این رویکرد نیازمند توجه به ابعاد مختلف و تاثیرگذار بر آن می‌باشد. در این میان ۴ بعد اجتماعی، اقتصادی، نهادی، کالبدی به عنوان ابعاد تاب‌آوری معرفی شده‌اند.

در این مقاله، با توجه به ابعاد چهار گانه فوق برای سنجش تاب‌آوری، از بعد کالبدی در مقیاس‌های شهری کلان شهر تهران استفاده شده است.

آسیب‌پذیری شبکه ارتباطی

آسیب پذیری شبکه به ساختار فضایی شبکه پرداخته و در زمینه تخلیه عمومی کاربرد دارد تا قسمتهایی از ساختار شهری که آسیب پذیرند، مشخص شود. این آسیب پذیری مربوط به ساختار شبکه، طبیعت و ترافیک مربوط است (Husdal,2006). آسیب پذیری ساختار به خود شبکه‌ی ارتباطی و عوامل مرتبط با آن مانند توپولوژی و شکل هندسی آن مربوط است. طبیعت، محیط زیست و تأثیر آن به شبکه ارتباطی مربوط می‌شود و جریان رفت و آمد در شبکه به ویژه در ساعت اوج را شامل می‌شود. البته این عوامل دقیق، ولی کارایی تخلیه در این سه عبارت را به سختی می‌توان تخمین زد. طیف وسیعی ازعوامل مختلف در تخلیه مؤثر هستند. شناختن ضعف، بحران و آسیب پذیری نواحی آسیب پذیر شبکه اهمیت زیادی دارد. به ویژه درنواحی که آسیب پذیری کل شبکه را ازکار می‌اندازد. با مطالعه شبکه می‌توان قسمتهای آسیب پذیر در زمان تخلیه را مشخص کرد. دراین میان سهولت دسترسی نقش حیاتی دارد (Miriam&Shulman,2008:18). با این وجود درمورد آسیب پذیری شبکه دیدگاه‌های مختلفی بیان شده است. بسیاری ازاین دیدگاه‌ها به تخریب شبکه ویا نواحی که مستعد آسیب پذیری هستند، متمرکز شده است (Tayloret al,2006). به شبکه‌های (ارتباطی) از طریق روشهای بهینه مقایسه سناریوهای شکست برای پیدا کردن بهترین حالت ممکن شبکه پرداخته شده است (Shen et al,2006). شناسایی موقعیتهای حیاتی رویکردی برای ارزیابی احتمالات مختلف تنزل شبکه در یک رویداد است (Taylor et al, 2006). موقعیت‌های حیاتی یک ناحیه در یک شبکه به جایی گفته می‌شود که تنزل یا از کار افتادن شبکه، بیشترین تأثیر را بر جریان دسترس در شبکه داشته باشد ((Miriam & Shulman,2008:18. دو مفهوم که درآسیب پذیری شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد، افزونگی و انعطاف پذیری است. افزونگی در حالت کلی جایی است که در آن مسیرهای مختلفی بین مبدأ و مقصد وجود دارد (Sohn,2006). بیشتر راه‌ها ممکن است هزینه زیادی در بر داشته باشد. ولی از دیدگاه ایمنی شبکه‌های افزونه راه مفر بیشتری را امکان پذیر می‌سازد. بنا براین وقتی راهی غیر قابل استفاده باشد، گزینه‌های مختلفی برای فرار وجود خواهد داشت. رویکرد دیگر برای برای کاهش آسیب پذیری، محدود کردن مسیرهای دوراهی و ترکیبی درتخلیه است. تا اینکه جریان ترافیک پیوسته باشد وکمک و تسهیل حرکت مؤثر مردم خارج از محدوده می‌باشد (Cova et al,2003). این روش درشهرهایی با مساحت زیاد وگسترده کارایی ندارد. درداخل یک واحد همسایگی

مردم اطلاعات زیادی ازچیزهایی که هست، دارند. به همین خاطرکنترل کردن آنها آسان است. ولی دریک شهرگسترده استفاده از این روش ممکن نیست (Miriam & Shulman,2008:20).

عکس شماره ۱: تخریب مسیر به علت تأثیر زلزله

Source: Baghvand & et.al, 2006

محاسبه میزان تاب‌آوری شبکه‌های ارتباطی

دراین پژوهش در ابتدا با توجه به مبانی نظری و ادبیات جهانی درحیطه تاب‌آوری و مدیریت بحران، به تدوین معیارها و شاخص‌های لازم برای شناسایی معابر آسیب پذیر در برابر زلزله و نقش معابر در برابر زلزله پرداخته شده و با توجه به معیارهای فوق و اطلاعات جمع آوری شده در بانک اطلاعاتی و با کمک قابلیت نرم افزار Arc GIS درزمینه روی هم‌گذاری لایه‌ها و تحلیل‌های دسترسی، نقش شبکه‌های ارتباطی در کاهش بحران زلزله تحلیل شده است. در ادامه روش محاسبه و فرایند آن ارائه شده است.

مرحله اول: ارائه شاخص‌های انتخاب شده برای مشخص کردن پهنه‌های تاب آور در برابر زلزله

به منظور بررسی میزان تاب‌آوری محدوده مورد مطالعه در برابر زلزله، سیزده شاخص انتخاب شده است که عبارتند از:

عرض راه: شاخص بسیار مهمی است. چون عرض راه کمتر (ارتفاع بیشتر ساختمان نسبت به عرض کم معبر) احتمال بسته شدن معابر افزایش می‌یابد که باعث می‌شود با ریخته آوار ساختمان‌ها بر خیابان‌ها و بسته شدن آن‌ها، عملیات امداد و نجات و پناه‌گیری به مشکل خورد. که باعث کاهش تاب‌آوری شهر و افزایش آسیب پذیری می‌گردد.

۲- تراکم جمعیتی: شاخصی که مشخص کننده بار جمعیتی بر معابر در مواقع زلزله می‌باشد و در نتیجه با بیشتر شدن تراکم جمعیتی، سرعت پناه‌گیری و خدمات رسانی و امداد پایین می‌آید و باطبع باعث کاهش تاب‌آوری و بالعکس

۳- درجه اهمیت کاربری زمین: بسته به نوع کاربری کنار خیابان، احتمال آسیب پذیری بیشتر و یا کمتر می‌شود. به همین خاطر کاربری‌های محدوده مورد مطالعه به سه دسته «کاربری‌های پرخطر، کاربری‌های متوسط خطر و کاربری‌های کم خطر» در برابر زلزله تقسیم شده‌اند. مجاورت کاربری‌های پر خطر در کنار شبکه ارتباطی اصلی باعث مسدود شدن و کاهش تاب‌آوری در مواقع بحرانی می‌گردد.

۴- (شتاب افقی زمین): از معیارهای مهم در طراحی و علت اصلی تاب‌آوری وآسیب‌ها، بیشینه شتاب زمین در هنگام زلزله می‌باشد که بر اساس ضریبی ۳ gشتاب جاذبه زمین سنجیده می‌شود(Ghodrati, 2007: 19). واحد pgaمورد استفاده در اینجا، سانتیمتر بر مجذور ثانیه (cm/s) می‌باشد.

۵- دسترسی به مراکز درمانی و آتش نشانی و نیروی انتظامی و مراکز پشتیبانی مدیریت بحران: دسترسی به مراکز امداد نجات که از طریق شبکه‌های ارتباطی انجام می‌شود، موجب سرعت بخشیدن به عملیات امداد و نجات و خدمات رسانی می‌شود. به این ترتیب با دور شدن از مراکز امداد ونجات، احتمال آسیب پذیری بیشتر می‌شود. بالطبع کاهش تاب‌آوری شبکه ارتباطی می‌گردد.

۶- ارتفاع ساختمان: شاخص مهمی که با بیشتر شدن تعداد طبقات احتمال تخریب وآسیب پذیری در برابر زلزله بیشتر می‌شود. و کاهش تاب‌آوری شهر در مواقع بحرانی می‌گردد.

۷- محصوریت: شاخص بسیار مهمی است. چون با بالا رفتن درجه محصوریت (ارتفاع بیشتر ساختمان نسبت به عرض کم معبر) احتمال بسته شدن معابر افزایش می‌یابد که باعث می‌شود با ریخته آوار ساختمان‌ها بر خیابان‌ها و بسته شدن آن‌ها، مراکز امداد نجات کارآمدی کافی را در مواقع بحرانی ندارند. و باعث کاهش تاب‌آوری شبکه ارتباطی هنگام مواقع بحرانی می‌گردد.

۸- شیب زمین: ایجاد ساخت و ساز در شیب‌های نامتعارف که خود عاملی تأثیرگذار در کاهش تاب‌آوری است چون در هنگام مخاطرات طبیعی اولین عاملی که خود بعنوان عامل محیطی شناخته می‌شود ایجاد شکاف در زمین و باعث مسدود شدن شبکه ارتباطی و افزایش آسیب پذیری شهر می‌گردد.

۹- فضای باز: وجود فضاهای باز مثلاً پارک منطقه‌ای و محله‌ای که این مراکز می‌توان در مواقع بحران مراکز اسکان موقت در نظر گرفت که باعث افزایش تاب‌آوری شهر در برابر زلزله خواهد شد.

تبین روشی به منظور بررسی محدوده مورد ارزیابی تاب‌آوری شبکه ارتباطی شهر در برابر زلزله

مرحله دوم: ارائه راهبرد تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP).

تخمین قابلیت آسیب‌پذیری توسط ابهامات و عدم قطعیت‌ها احاطه شده چرا که محاسبه میزان آسیب پذیری در گذشته با استفاده از مدل بولین به معیارهای آسیب پذیری اجازه عضویت به صورت یک طیف پیوسته را نمی‌دهد؛ به همین از مدلIHWP استفاده شده است (Habibi, 2006).

مدل IHWP ترکیبی از روش منطق فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که برای اولین دکتر کیومرث حبیبی در پایان نامه دکتری خود در دانشگاه تهران استفاده کرده است. درادامه مراحل استفاده از این مدل توضیح داده شده است.

مرحله اول: تعیین ماتریس داده‌ها

با توجه به ماهیت موضوع، لزوم استفاده از سیستم‌های جدید اطلاعاتی و ماهیت پیچیده و متنوع بافت‌های شهری، جهت شناسایی محدوده‌های تاب آور دربرابر زلزله و به منظور شناسایی نقاط بالقوه برای مداخله در بافت ازجمله انتقال یا تثبیت کاربری، احداث سایت‌های امداد و نجات و تعیین مسیرهای بهینه امداد رسانی و... چند شاخص

مختلف همچون عرض راه و ارتفاع جداره (درجه محصوریت)، تراکم جمعیتی، کاربری زمین، PGA (شتاب افقی زمین) و دسترسی به مراکز درمانی و خدماتی مورد بررسی قرار گرفته است.

مرحله دوم (تعیین اهمیت و رتبه داده‌ها)

پس از شناسایی لایه‌های مورد بررسی براساس میزان اهمیت هرعامل در آسیب پذیری یک مکان بر اثر زلزله، شاخص‌های انتخاب شده براساس شاخص آنتروپی (نظرات کارشناسی) رتبه بندی می‌شوند. سپس معکوس رتبه هرلایه به عنوان وزن آن لایه در مدل IHWP درنظر گرفته می‌شود. در مدل دلفی با توجه به نظرات کارشناسی افراد متخصص، ۷ شاخص ذکر شده در کلاس‌های مختلف با درجات مختلف اهمیت آن رتبه بندی می‌شوند. بر این اساس با اهمیت‌ترین شاخص از نظر اهمیت آسیب پذیری در مقابل زلزله عدد ۷ و کم اهمیت‌ترین شاخص عدد ۰ را به خود اختصاص می‌دهد (Habibi, 2006).

مرحله سوم: تعیین مبانی نظری و فروض وزن‌دهی

در این مرحله برای ۷ شاخص تحقیق فرضیه‌هایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در:

شاخص درجه محصوریت، فرض اصلی براین اساس است که ساختمانهای کم ارتفاع با عرض معبر بیشتر (درجه محصوریت کمتر) امکان مانور بیشتر داشته، چون حجم نخاله در معابر کمتر است حال آنکه درجه تخریب و آسیب پذیری در ساختمان‌های با درجه محصوریت بالا بیشتر است. بنابراین نقشه درجه محصوریت به ۷ کلاس تقسیم بندی می‌شود، با توجه به کسب امتیاز این شاخص در میان سایر شاخص‌ها، ساختمان‌های دارای کمترین درجه محصوریت کمترین امتیاز آسیب‌پذیری و ساختمان‌های دارای بیشترین درجه محصوریت بیشترین امتیاز را به خود اختصاص می‌دهند. دسترسی به مراکز درمانی نقش مهمی در کاهش پی‌آمدهای منفی حوادث طبیعی و مصنوعی دارند. از عمده‌ترین عملکردهای آن در هنگام بروز زلزله، کم شدن تعداد قربانیان به خاطر دسترسی به مراکز امدادی می‌باشد. از این رو دسترسی و دوری و نزدیکی به مراکز درمانی در هنگام بحران‌های شهری درجه آسیب‌پذیری آن را کم یا زیاد می‌نماید(Habibi, 2006: 19).

جدول شماره ۲: شاخص‌های طبقه بندی شده جهت تعیین آسیب پذیری شبکه‌های ارتباطی در برابر زلزله

شاخص	میانگین	رتبه	معکوس رتبه
درجه اهمیت ساختمان (، زیاد، متوسط، کم)	۹	۱	۱۲
عرض راه	۵	۱۰	۳
ارتفاع ساختمان (تعداد طبقات)	۷	۷	۶
نسبت عرض راه و ارتفاع جداره (درجه محصوریت)	۷	۶	۷
تراکم جمعیتی	۵	۹	۴
فضاهای باز	۶	۸	۵
شیب	۵	۱۱	۲
دسترسی به مراکز درمانی	۷	۵	۸
دسترسی به مراکز انتظامی	۸	۳	۱۰
دسترسی به مراکز آتش نشانی	۸	۴	۹
دسترسی به مراکز مدیریت بحران	۸	۲	۱۱
PGA	۳	۱۲	۱

Source: Research findings, 2017

همچنین این اصل مسلم در هر جامعه برقرار است: هرچه تراکم ساختمانی، ارتفاع ساختمان به عرض معبر، عدم

رعایت استانداردهای احداث بنا، PGA، عمر و یا قدمت ساختمان، ناسازگاری کاربری‌ها، عدم امکان تخلیه کاربری، طول شبکه‌های زیرساختی چون خطوط گاز و نفت، ... بیشتر باشد امکان آسیب رسانی بیشتر و بیشتر می‌گردد (Habibi, 2006). در جدول شماره ۲ رتبه داده‌ها که نشانگر میانگین نظرات کارشناسان طبق مدل دلفی است، معکوس رتبه و فروض وزندهی نشان داده شده است.

محاسبه امتیاز لایه‌های انتخاب شده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP)

$$X = \frac{D}{N}$$

X =امتیاز اولیه هرشاخص

D= امتیاز به دست آمده از مدل دلفی

N=تعداد کلاسهای هر شاخص

$$j = D - (N - i)X$$

j= امتیاز به دست آمده برای طبقه بندیهای مختلف هرشاخص

i=رقم اختصاص داده شده برای طبقه بندیهای مختلف هرشاخص

درشکل زیر، جداول شاخص‌های انتخاب شده همراه با طبقه بندی هرشاخص و امتیاز آنها آورده شده است. اعداد داخل پرانتز شاخص‌ها امتیاز به دست آمده از مدل دلفی (D) و اعداد داخل پرانتز طبقه بندی هرشاخص" رقم اختصاص داده شده به طبقه بندیهای مختلف هرشاخص" (i) می‌باشد. درنهایت امتیاز مربوط به هر طبقه از شاخص‌ها محاسبه شده است.

جدول شماره ۳: محاسبات مربوط به شاخص‌ها طبق فرمولهای مورد استفاده

	طبقه بندی	x	i	امتیاز
دسترسی به مراکز آتش نشانی (امتیاز لایه ۹)	کمتر از ۵۰	۰,۹۰	۱	۰,۹۰
	۵۰ تا ۱۰۰	۰,۹۰	۲	۱,۸۰
	۱۰۰ تا ۲۰۰	۰,۹۰	۳	۲,۷۰
	۲۰۰ تا ۳۰۰	۰,۹۰	۴	۳,۶۰
	۳۰۰ تا ۴۰۰	۰,۹۰	۵	۴,۵۰
	۴۰۰ تا ۵۰۰	۰,۹۰	۶	۵,۴۰
	۵۰۰ تا ۶۲۵	۰,۹۰	۷	۶,۳۰
	۶۲۵ تا ۷۵۰	۰,۹۰	۸	۷,۲۰
	۷۵۰ تا ۱۰۰۰	۰,۹۰	۹	۸,۱۰
	بیشتر ۱۰۰۰	۰,۹۰	۱۰	۹,۰۰
دسترسی به مراکز مدیریت بحران (امتیاز لایه ۱۱)	طبقه بندی	x	i	امتیاز
	کمتر از ۵۰	۱,۱۰	۱	۱,۱۰
	۵۰ تا ۱۰۰	۱,۱۰	۲	۲,۲۰
	۱۰۰ تا ۲۰۰	۱,۱۰	۳	۳,۳۰
	۲۰۰ تا ۳۰۰	۱,۱۰	۴	۴,۴۰
	۳۰۰ تا ۴۰۰	۱,۱۰	۵	۵,۵۰
	۴۰۰ تا ۵۰۰	۱,۱۰	۶	۶,۶۰
	۵۰۰ تا ۶۲۵	۱,۱۰	۷	۷,۷۰
	۶۲۵ تا ۷۵۰	۱,۱۰	۸	۸,۸۰
	۷۵۰ تا ۱۰۰۰	۱,۱۰	۹	۹,۹۰
	بیشتر ۱۰۰۰	۱,۱۰	۱۰	۱۱,۰۰

	طبقه بندی	x	i	امتیاز
دسترسی به فضای باز (امتیاز لایه ۵)	کمتر از ۵۰	۰,۵۰	۱	۰,۵۰
	۵۰ تا ۱۰۰	۰,۵۰	۲	۱,۰۰
	۱۰۰ تا ۲۰۰	۰,۵۰	۳	۱,۵۰
	۲۰۰ تا ۳۰۰	۰,۵۰	۴	۲,۰۰
	۳۰۰ تا ۴۰۰	۰,۵۰	۵	۲,۵۰
	۴۰۰ تا ۵۰۰	۰,۵۰	۶	۳,۰۰
	۵۰۰ تا ۶۲۵	۰,۵۰	۷	۳,۵۰
	۶۲۵ تا ۷۵۰	۰,۵۰	۸	۴,۰۰
	۷۵۰ تا ۱۰۰۰	۰,۵۰	۹	۴,۵۰
	بیشتر ۱۰۰۰	۰,۵۰	۱۰	۵,۰۰

شاخص	طبقه بندی	x	i	امتیاز
عرض راه (امتیاز لایه ۶)	۴۵	۰,۲۵	۱	۰,۲۵
	۴۰	۰,۲۵	۲	۰,۵۰
	۳۵	۰,۲۵	۳	۰,۷۵
	۳۰	۰,۲۵	۴	۱,۰۰
	۲۴	۰,۲۵	۵	۱,۲۵
	۲۰	۰,۲۵	۶	۱,۵۰
	۱۵	۰,۲۵	۷	۱,۷۵
	۱۲	۰,۲۵	۸	۲,۰۰
	۱۰	۰,۲۵	۹	۲,۲۵
	۸	۰,۲۵	۱۰	۲,۵۰
	۶	۰,۲۵	۱۱	۲,۷۵
	۳	۰,۲۵	۱۲	۳,۰۰

شاخص	طبقه بندی	x	i	امتیاز
درجه اهمیت کاربری	کم	۴,۰۰	۱	۴,۰۰
	متوسط	۴,۰۰	۲	۸,۰۰
	زیاد	۴,۰۰	۳	۱۲,۰۰

شاخص	طبقه بندی	x	i	امتیاز
ارتفاع ساختمان (تعداد طبقات) (امتیاز لایه ۴)	فاقد بنا	۱,۲۰	۱	۱,۲۰
	۳ تا ۶ متر	۱,۲۰	۲	۲,۴۰
	۹ تا ۱۵ متر	۱,۲۰	۳	۳,۶۰
	۱۸ تا ۳۰ متر	۱,۲۰	۴	۴,۸۰
	بیشتر از ۳۰ متر	۱,۲۰	۵	۶,۰۰

شاخص	طبقه بندی	x	i	امتیاز
درجه محصوریت (امتیاز لایه ۲)	کمتر از ۰,۳	۱,۰۰	۱	۱,۰۰
	۰,۳ تا ۰,۶	۱,۰۰	۲	۲,۰۰
	۰,۶ تا ۰,۹	۱,۰۰	۳	۳,۰۰
	۰,۹ تا ۱,۲	۱,۰۰	۴	۴,۰۰
	۱,۲ تا ۱,۵	۱,۰۰	۵	۵,۰۰
	۱,۵ تا ۲	۱,۰۰	۶	۶,۰۰
	بیشتر از ۲	۱,۰۰	۷	۷,۰۰

شاخص	طبقه بندی	x	i	امتیاز
تراکم جمعیتی (امتیاز لایه)	کمتر از ۵۰	۰,۶۷	۱	۰,۶۷
	۵۰ تا ۱۰۰	۰,۶۷	۲	۱,۳۳
	۱۰۰ تا ۲۰۰	۰,۶۷	۳	۲,۰۰
	۲۰۰ تا ۳۰۰	۰,۶۷	۴	۲,۶۷

	۳۰۰ تا ۴۰۰	۰,۶۷	۵	۳,۳۳
	۴۰۰ تا ۵۰۰	۰,۶۷	۶	۴,۰۰
شاخص	طبقه بندی	x	i	امتیاز
شیب (امتیاز لایه)	۰,۰۰۰۳۲ – ۱,۶۵	۰,۴۰	۱	۰,۴۰
	۱,۶۵ تا ۴,۶۵	۰,۴۰	۲	۰,۸۰
	۴,۹۶' تا ۹,۳۸۰'	۰,۴۰	۳	۱,۲۰
	۹,۳۸' – ۱۵,۷'	۰,۴۰	۴	۱,۶۰
	۱۵,۷' – ۳۵,۱'	۰,۴۰	۵	۲,۰۰
دسترسی به مراکز درمانی (امتیاز لایه)	طبقه بندی	x	i	امتیاز
	کمتر از ۵۰	۰,۸۰	۱	۰,۸۰
	۵۰ تا ۱۰۰	۰,۸۰	۲	۱,۶۰
	۱۰۰ تا ۲۰۰	۰,۸۰	۳	۲,۴۰
	۲۰۰ تا ۳۰۰	۰,۸۰	۴	۳,۲۰
	۳۰۰ تا ۴۰۰	۰,۸۰	۵	۴,۰۰
	۴۰۰ تا ۵۰۰	۰,۸۰	۶	۴,۸۰
	۵۰۰ تا ۶۲۵	۰,۸۰	۷	۵,۶۰
	۶۲۵ تا ۷۵۰	۰,۸۰	۸	۶,۴۰
	۷۵۰ تا ۱۰۰۰	۰,۸۰	۹	۷,۲۰
	بیشتر ۱۰۰۰	۰,۸۰	۱۰	۸,۰۰

Source: Research findings, 2017

مرحله چهارم: تلفیق نقشه‌ها

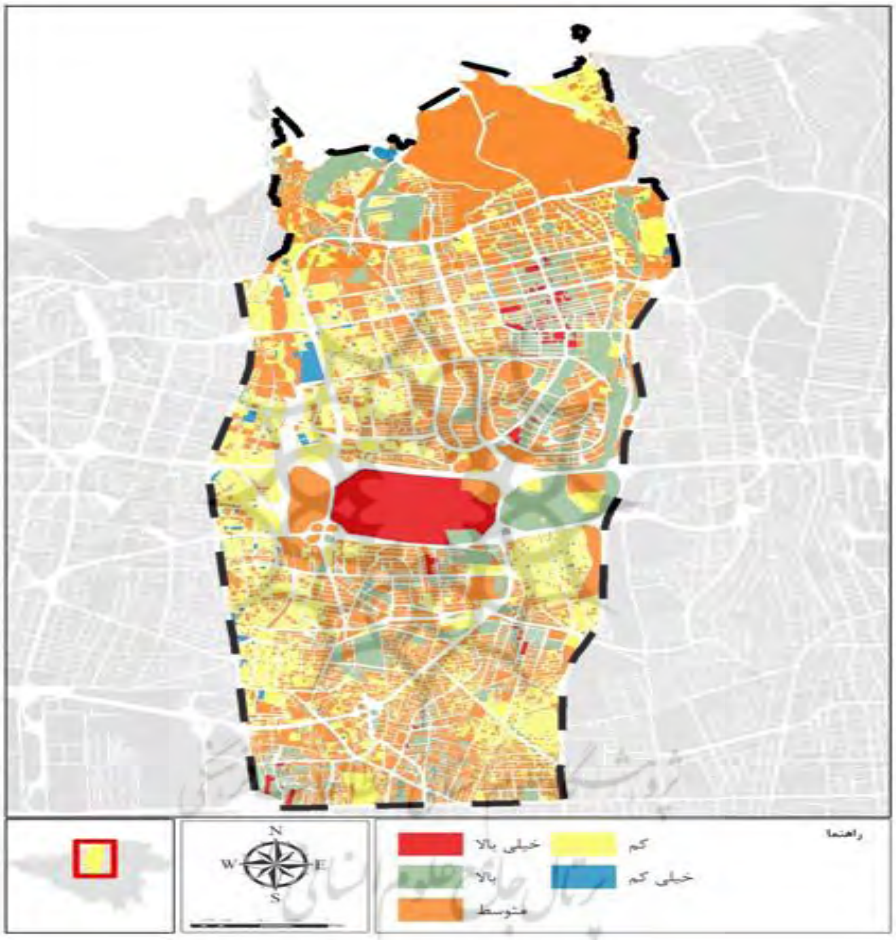
در این مرحله با استفاده از ابزار Raster Calculator ستون‌های امیازات مربوط به هر یک از لایه‌های اطلاعاتی ایجاد شده با یکدیگر جمع می‌شوند، به این ترتیب مجموع ۷ ستون مربوط به ۷ لایه‌ی اطلاعاتی در مورد هر یک از قطعاً، امتیاز هر واحد ساختمانی و یا بلوک آماری را از نظر آسیب پذیری و یا پایداری نسبت به سایر واحدها مشخص می‌کند. لازم است که به عملیات جبری داده‌ها در دو مرحله‌ی مجزا صورت می‌گیرد.

مرحله پنجم: تهیه نقشه تاب‌آوری نهایی منطقه دو شهرداری تهران

در نهایت امتیازهای مربوط به هر قطعه ساختمانی از ۱۲ شاخص و کلاس‌های طبقه‌بندی آن‌ها، جمع و پس از تحلیل متغیرها در موتور استنتاج گر GIS نقشه تاب‌آوری منطقه در مقابل زلزله تولید شده است. نقشه تاب‌آوری منطقه در مقابل زلزله به ۵ بخش «خیلی کم، کم، متوسط، بالاو خیلی بالا» تقسیم شده که میزان تاب‌آوری درهر قطعه زمین منطقه نمایش داده شده است. کل قطعه‌های زمین منطقه در محیط GIS۵۴۵۶۴ قطعه بوده است.

۲۸۴ قطعه معادل ۰,۵ درصد قطعه‌ها امتیاز خیلی کم، ۶۰۲۵ قطعه معادل ۱۱ درصد امتیازکم،۳۰۰۸۶ قطعه معادل ۵۵ درصد امتیاز متوسط، ۱۷۶۲۵ قطعه معادل ۴۳۲,۳ درصد قطعه امتیاز زیاد و ۵۴۴ قطعه معادل ۱ درصدامتیاز خیلی زیاد از نظر تاب‌آوری گرفته‌اند. بدیهی است که قطعه‌هایی که دارای تراکم‌های جمعیتی بالا، شبکه ارتباطی کم عرض،، فاصله زیاد تا مراکز امدادی نسبت به سایر قطعه‌ها و درجه محصوریت بیشتری بوده‌اند، امتیاز تاب‌آوری بالای آورده و درنتیجه تاب‌آوری کم نشان داده شده‌اند؛ و با توجه به نقشه تاب‌آوری منطقه متوجه می‌شویم که پهنه تاب آور با طیف کم و خیلی کم در غرب منطقه مشهوداست. که این عامل هم ناشی از تراکم زیاد جمعیتی و عرض

کم معابر و پایین بودن عرض شبکه ارتباطی، به همین دلیل ما باید برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری جهت تـاب آور ساختن پهنه آسیب پذیری هنگام بحران چه قبل زلزله و چه بعد زلزله مورد توجه قرار دهیم. و با توجه به نقشه تاب‌آوری منطقه دوشهرداری تهران می‌توانیم در یابیم که مناطقی که به شبکه ارتباطی با عرض بیشتر و توزیع تراکم جمعیتی کم و دسترسی به مراکز امدادی شامل بیمارستان و انتظامی و پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران به سهولت اتفاق خواهد افتاد پهنه تاب‌آوری با طیف متوسط و بالا شامل شده است، که شرق منطقه و هسته‌های مرکزی منطقه نشان‌دهنده با تاب‌آوری بالا است.



نقشه شماره ۱ تحلیل تاب‌آوری منطقه دو تهران در برابر زلزله

Source: authors, 2017

جدول شماره ۲ نتایج تحلیل تاب‌آوری کل قطعات منطقه دو شهرداری تهران

طبقه‌بندی تاب‌آوری	درصد قطعات	تعداد قطعات	درصد مساحت قطعات	مساحت قطعات	امتیازات تاب‌آوری
خیلی کم	0.5	284	5.9	2133615	**۳۹٫۵۵32.9-**
کم	11.0	6025	17.9	6470606	**39.55-46.2**
متوسط	55.1	30086	52.6	19002496	**۵۲٫۸۵46.2-**
بالا	32.3	17625	22.2	8027356	**59.5-52.8**
خیلی بالا	1.0	544	1.3	482326.7	**59.5-65.5**
	100.0	54564	100.0	36116400	

Source: Research findings, 2017

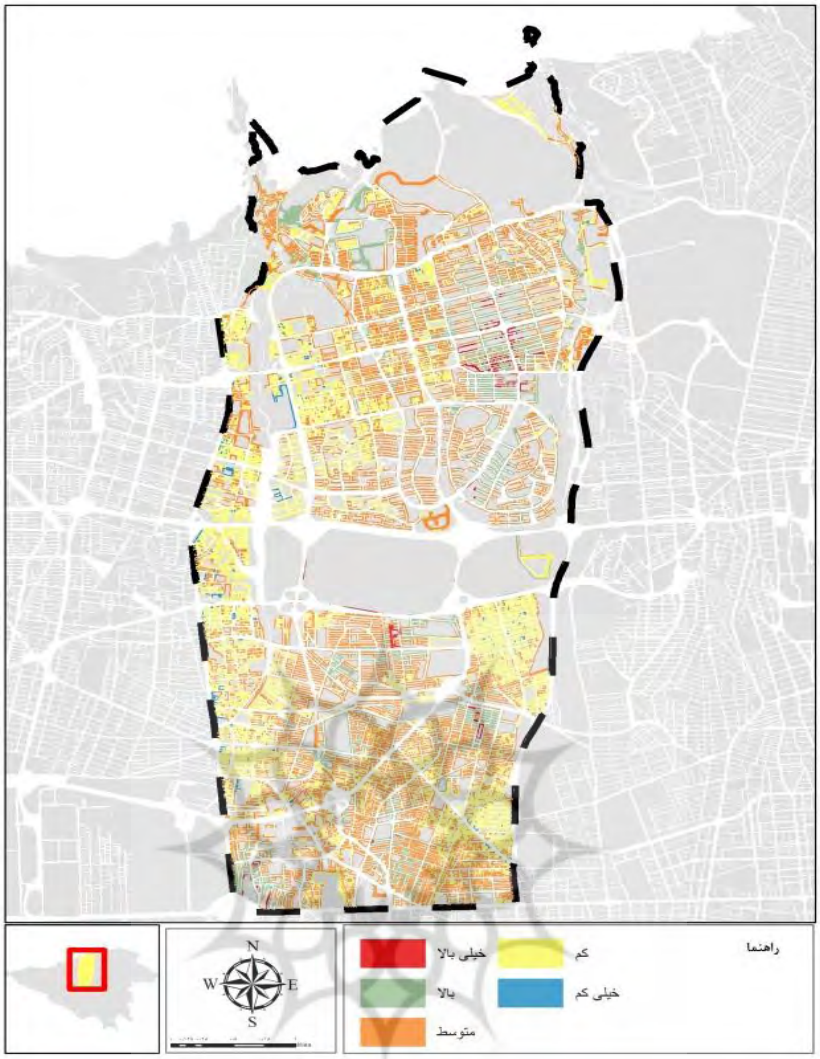
نقش شبکه‌های ارتباطی در تاب‌آوری محدوده

مورد مطالعه با توجه به نقشه بدنه شبکه ارتباطی تاب آور

تحلیل کلی بدون توجه به شاخص‌های انتخاب شده برای تحلیل شبکه‌های ارتباطی در بخش دوم و با توجه به دوازده شاخص انتخاب شده در مرحله اول صورت گرفته است.

با توجه به نقشه تاب‌آوری بدنه شبکه‌های ارتباطی منطقه دو، خیابان‌های دارای عرض کافی که دسترسی بهتری به مراکز امدادی دارند، از نظر تاب‌آوری در وضعیت بهتری قرار دارند. به عبارت دیگر این خیابان‌ها با توجه به تقسیم بندی نقشه تاب‌آوری به ۵ قسمت، یا رتبه "خیلی کم" و یا "کم" گرفته‌اند. البته بدنه این خیابان‌ها دارای تراکمهای جمعیتی و کاربری‌های کم خطر بوده و از نظر تاب‌آوری نیز در وضعیت بهتری قرار داشته‌اند. این مسیرها، بزرگراه‌های موجود در مرز منطقه شش مانند بزرگراه شیخ فضل اله نوری و بزرگراه چمران و خیابان‌های اصلی در داخل محدوده منطقه مانند خیابان پاکنژاد و سعادت آبادمی باشد. مشکل موجود در بزرگراه‌های منطقه (همت و حکیم و چمران، شدت رفت و آمد در آنهاست که این مسیرها را ساعات خاصی (صبح‌ها شرق به غرب و عصر به بعد غرب به شرق در مسیرهای افقی و صبحهاجنوب به شمال و عصر به بعد شمال به جنوب) پر رفت آمد کرده است.

به طور کلی معابر موجود در شمال شرقی و مرکزی منطقه نسبت به بقیه محدوده مورد مطالعه دارای تاب‌آوری بالایی هستند. با حرکت از سمت شمال به جنوب غربی منطقه، بر میزان تاب‌آوری کم و خیلی کم افزوده می‌شود. علت این امر این است که شمال شرقی منطقه نسبت به شمالی غربی و غرب آن دارای معابر با عرض کافی، ساختمان‌های مقاوم و کم خطر و با قدمت کم (نوساز) می‌باشد. تراکم کاربری‌های فرامنطقه ای در غرب منطقه مانند مؤسسات آموزشی، وزارتخانه‌ها و کاربری‌های جاذب ترافیک تجاری به خصوص در بدنه خیابانهای گیشا و ستارخان وپارک که هر دو نقش شهری دارند، باعث شده که غرب و جنوب شرقی منطقه در وضعیت تاب‌آوری کم در برابر زلزله قرار داشته باشد. همچنین بلوار شهدای صادقیه و سی متری و کسروی به علت داشتن عرض کم و در انتها به بن بست رسیدن آن، تعدد تقاطعهای چراغ دار و نبود تقاطع‌های غیر هم سطح، در وضعیت خوبی نداشته باشد. تاب‌آوری کم شمال غربی بدنه قطعات شبکه ارتباطی بین بزرگراه نیایش و همت آن مشهود است. علت این امر استقرار کاربری‌های پر خطر و عدم دسترسی به مراکز امداد نجات شهری (آتش نشانی و مدیریت بحران و انتظامی) در بدنه شمالی و عکس آن در بدنه جنوبی است. وجود کاربریهای با مساحت زیاد، تراکم جمعیتی و ساختمانی کم و درجه محصوریت کمتر در بدنه بزرگراه چمران باعث امتیاز پایین از نظر تاب‌آوری و نتیجه وضعیت بهتر آنها شده است. این بزرگراه‌ها (چمران و نیایش و شیخ فضل اله نوری نقش حیاتی را به عنوان شریان حیاتی در مواقع بعد از زلزله بازی خواهند کرد و تاب‌آوری بالای آنها در این امر کمک زیادی در امر امداد رسانی بازی خواهند کرد. بزرگراه همت و حکیم درمرکز منطقه هرچند مشکل ترافیکی محدوده خود را تا حدودی حل کرده ولی نبودن دسترسی محلی در این محدوده مشکل دسترسی به مراکز امدادی (آتشنشانی وپایگاه‌های مدیریت بحران وانتظامی و فضاهای خالی) را به وجود آورده است.



نقشه شماره ۳ میزان تاب‌آوری بدنه شبکه‌های ارتباطی منطقه

Source: authors, 2017

با توجه به اینکه درصد معابر با عرض‌های مختلف در منطقه باهم تفاوت دارند، نمی‌توان به تحلیل منطقی در رابطه با درصدهای تاب‌آوری معابر در بالا اشاره کرد. به همین خاطر درزیر به تفکیک درصد عرض معابر مختلف در منطقه، ۵ تقسیم بندی آسیب پذیری دربرابر زلزله صورت گرفته است.

از کل معابر ۳ متری، ۴۷,۴ درصد در معرض تاب‌آوری کم، ۵۲,۶ درصد تاب‌آوری متوسط قرار گرفته‌اند. عدم دسترس بودن مراکز امداد و نجات شهری و داشتن تراکم جمعیتی بالا در پایین بودن درصد تاب‌آوری در معابر ۳ متری تأثیر زیادی داشته است. از کل معابر ۶ متری،۲,۴ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۳۹,۴ درصد در معرض تاب‌آوری کم،۵۴,۸ درصد تاب‌آوری متوسط، ۳,۵ درصد تاب آوی بالا و قرار گرفته‌اند. همان طور که ملاحظه می‌شود، درصد معابر با تاب‌آوری کم بیشتر از ۴۰ درصد بوده و اکثر معابر ۶ متری دروضعیت تاب‌آوری متوسط وکم قرار گرفته‌اند. از کل معابر ۸ متری، ۱,۲ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۳۳,۱ درصد تاب‌آوری کم، ۵۹ درصد تاب‌آوری متوسط، ۶,۶ درصد تاب‌آوری بالا قرار گرفته‌اند. عرض کم معبر باعث شده که بیش از ۴۰ درصد معابر ۸ متری در معرض تاب‌آوری کم قرار گرفته باشد.

از کل معابر ۱۰ متری، ۱,۴ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۳۷,۷ درصد تاب‌آوری کم، ۵۳,۳ درصد تاب‌آوری متوسط، ۷,۳ درصد تاب‌آوری بالا و ۰,۳ درصد تاب‌آوری خیلی بالا قرار گرفته‌اند.

از کل معابر ۱۲ متری، ۰,۹ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۳۸,۳ درصد تاب‌آوری کم، ۵۳,۳ درصد تاب‌آوری متوسط، ۷,۴ درصد تاب‌آوری بالا و ۰,۲ درصد تاب‌آوری خیلی بالا قرار گرفته‌اند.

از کل معابر ۱۵ متری، ۰,۴ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۲۴,۵ درصد تاب‌آوری کم، ۵۸,۷ درصد تاب‌آوری متوسط، ۱۵,۸ درصد تاب‌آوری بالا و ۰,۶ درصد تاب‌آوری خیلی بالا قرار گرفته‌اند.

از کل معابر ۲۰ متری، ۰,۳ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۱۹,۶ درصد تاب‌آوری کم، ۵۶,۳ درصد تاب‌آوری متوسط، ۲۲,۲ درصدتاب‌آوری بالا و ۱,۶ درصد تاب‌آوری خیلی بالا قرار گرفته‌اند.

جدول شماره ۳ درصد عرض معابر مختلف

درجه معبر	بالا	خیلی بالا	خیلی کم	کم	متوسط	جمع
3	۰	۰	۰	9	10	19
3	0	0	0	47.4	52.6	100
6	202	۰	140	2289	3184	5815
6	3.5	0	2.4	39.4	54.8	100
8	256	۰	48	1275	2275	3854
8	6.6	0.0	1.2	33.1	59.0	100
10	785	35	149	4058	5729	10756
10	7.3	0.3	1.4	37.7	53.3	100
12	1244	28	154	6470	9013	16909
12	7.4	0.2	0.9	38.3	53.3	100
15	1168	47	31	1815	4348	7409
15	15.8	0.6	0.4	24.5	58.7	100
20	1644	115	20	1455	4176	7410
20	22.2	1.6	0.3	19.6	56.4	100
24	164	33	1	50	225	473
24	34.7	7.0	0.2	10.6	47.6	100
30	112	3	1	92	311	519
30	21.6	0.6	0.2	17.7	59.9	100
35	372	10	۰	83	702	1167
35	31.9	0.9	0.0	7.1	60.2	100.0
40	1	۰	۰	۰	8	9
40	11.1	0.0	0.0	0.0	88.9	100.0
45	77	13	۰	29	105	224
45	34.4	5.8	0.0	12.9	46.9	100

Source: Research findings, 2017

از کل معابر ۲۴ متری، ۰,۲ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۱۰,۶ درصد تاب‌آوری کم، ۴۷,۶ درصد تاب‌آوری متوسط، ۳۴,۷ درصدتاب‌آوری زیاد و ۷ درصد تاب‌آوری خیلی بالا قرار گرفته‌اند.

از کل معابر ۳۰ متری، ۰,۲ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۱۷,۷ درصد تاب‌آوری کم، ۵۹,۹ درصد تاب‌آوری متوسط، ۲۱,۶ درصد تاب‌آوری بالا و ۰,۶ درصد تاب‌آوری خیلی بالا قرار گرفته‌اند.

از کل معابر ۳۵ متری، ۰ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۷,۱ درصد تاب‌آوری کم، ۶۰,۲ درصد تاب‌آوری متوسط، ۳۱,۹ درصد تاب‌آوری بالا و ۰,۹ درصد تاب‌آوری خیلی بالا قرار گرفته‌اند.

از کل معابر ۴۰ متری، ۰ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۰ درصد تاب‌آوری کم، ۸۸,۹ درصد تاب‌آوری متوسط، ۱۱,۱ درصد تاب‌آوری بالا و ۰ درصد تاب‌آوری خیلی بالا قرار گرفته‌اند.

از کل معابر ۴۵ متری، ۰ درصد در معرض تاب‌آوری خیلی کم، ۱۲,۹ درصد تاب‌آوری کم، ۴۶,۹ درصد تاب‌آوری متوسط، ۳۴,۴ درصد تاب‌آوری بالا و ۵,۸ درصد تاب‌آوری خیلی بالا قرار گرفته‌اند.

درصد ناچیزی از کل قطعات ساختمانی نیز یا به معابر دسترسی نداشته و یا عرض معابر آنها کمتر از ۳ متر بوده که تمام آن‌ها کاربری‌های ورزشی و زمین خالی بوده‌اند.

نتیجه گیری

انتخاب رویکرد مناسب به منظور تاب آور ساختن محدوده سناریو بدنبال رخداد مخاطره، یکی از چالش بر انگیزترین موضوعات است. رویکردهای اصلی بازسازی عبارتند از رویکرد مالک محور، رویکرد جامعه محور، رویکرد پول محور، رویکرد نهاد محور درجاسازی و رویکرد نهاد محور جابه جایی، در انتخاب رویکرد بهینه جهت بازسازی پایدار به دنبال وقوع بحران زلزله در محدوده سناریو، عوامل متعددی می‌بایست در نظر گرفته شوند. این عوامل عبارتند از هزینه، معیشت شرایط سیاسی، عوامل اجتماعی و فرهنگی و ارتقا ایمنی خانوارها. از این رو، به نظر می‌رسد در محدوده مورد مطالعه که پهنه‌هایی از منطقه دو شهرداری تهران می‌باشد، لازم است پیش از انتخاب رویکرد، نیازها ارزیابی شده و مردم در تصمیم‌گیری‌ها مشارکت داده شوند. به بیان دیگر، دولت مرکزی، نهاد مسئول بازسازی، ساز مانهای مشارکت کننده، ذینفعان، دولت محلی و مردم، همگی از عوامل کلیدی و تأثیرگذار در انتهاب رویکرد مناسب بازسازی می‌باشند. (Kjha et.al: 2010)، ازآنجایی که محدوده سناریو، کل شهرستان تهران را شامل می‌شود، به نظر می‌رسد بدنبال رخداد مخاطره بحران زلزله، اتخاذ صرفاً یک رویکرد خاص، پاسخگو نباشد، در واقع در شهری همانند تهران، همه رویکردهای مذکور، هر یک در حوزه مناسب خود، می‌تواند بسیار کارآمد باشد.

پیشنهادات

راهبردهای و راهکارهای منطقه دو افزایش تاب‌آوری شبکه ارتباطی در مواقع بحرانی

- راهبردهای بکارگیری ظرفیت‌های بومی و محلی در تاب‌آوری شبکه ارتباطی بویژه در مرکز و جنوب محدوده مورد مطالعه با توجه به وضعیت بحرانی و همچنین تخریب بسیار زیاد ابینه
- باز توانی روحی و روانی آسیب دیدگان در کنار تاب‌آوری کالبدی بویژه در بخشهای مرکزی و شمالی و جنوبی محدوده مورد مطالعه با توجه به خسارت بالای کالبدی و احتمال شیوع بیماری‌ها
- مشارکت مردم در گشودن مسیرهای مسدود شده بویژه در جنوب و غرب و جنوب غربی و محدوده مورد مطالعه با توجه به اختلال در شبکه حمل و نقل و انسداد آن در این محدوده
- سرعت درتاب‌آوری پایدار شبکه حمل و نقل بویژه در غرب و جنوب محدوده مورد مطالعه با توجه به مسدود شدن شبکه حمل و نقل در این محدوده و همچنین پاسخگویی مناسب ایستگاه‌های امداد
- استفاده از فرصت تاب‌آوری به منظور تاب‌آوری ایمن و پایدار شبکه انتقال نیرو در مرکز و جنوب محدوده مورد مطالعه با توجه به احتمال بالای رخداد مخاطره و همچنین حجم بالای خسارات به شبکه نیرو در این محدوده
- نظارت مسئولین به تاب‌آوری ایمن ایستگاه‌های گاز بویژه در غرب و جنوب غربی استان تهران با توجه به خطر بالای ایستگاه‌های گاز در این محدوده

- برگزاری جلسات مشاوره روحی روانی توسط کارشناسان پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران مخصوصاً تیم‌های پزشکی اعزام شده در بخش‌های جنوبی و غرب منطقه ۲
- تدوین استانداردها و ضوابط مقاوم‌سازی ابنیه و همچنین کنترل و نظارت بر ساخت سازهای ایمن بویژه در حریم گسل مشاء در شمال محدوده مورد مطالعه
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی نحوه مواجه با حوادث غیر مترقبه توسط کارشناسان مجرب مرکز مدیریت بحران و آموزش نحوه مقابله حوادث با شدت خیلی بالا
- ازافزایش تراکم‌های جمعیتی و ساختمانی در بدنه معابر کم عرض جلوگیری شود.
- انتقال کاربریهای درمانی درکنار معابر اصلی
- جلوگیری از افزایش محصوریت خیابان‌ها
- بهتر کردن کیفیت ساختمانهای مرمتی و نوسازی ساختمانهای مخروبه
- افزایش مقاومت سازه‌ای ساختمان‌ها
- مرتبط کردن عرض خیابان‌های با عرض‌های مختلف از طریق سلسله مراتبی
- شدت بخشیدن به طرح ترافیک درمحدوده مرکزی و جنوبی منطقه دو شهرداری تهران
- از هر فرصتی برای ایجاد فضاهای[1] باز در مراکز محلات و بافتهای متراکم استفاده شود.
- مکانیابی پایگاه مدیریت بحران در قسمت مرکزی

و غرب با توجه به دسترسی بهتر

- مقاوم‌سازی مراکز درمانی از لحاظ سازه‌ای در برابر زلزله که اکثر مراکز درمانی منطقه آسیب پذیر هستند
- احداث پارکینگ در بدنه خیابان‌های اصلی در مرکز منطقه به خاطر کمبود فضای موجود
- انتقال قسمتی از کاربری‌های فرامنطقه ای به دیگر نواحی و یا مناطق دیگر
- اختصاص یکی از خط‌های خیابان‌های مهم به مسیر ویژه خودروهای عملیات امداد و نجات
- تخریب ساختمان‌های مجاور در کنار تاسیسات گاز و برق و پمپ بنزین و احداث فضای باز در اطرف این کاربری‌های برای جلوگیری از آتش سوزی
- ضرورت ندادن مجوز تأسیس کاربری‌های ناسازگار در مجاورت فعالیت‌های مراکز درمانی
- نظارت و هدایت بیشتر شهرداری‌ها بر ساخت ساز مراکز امدادی و نجات (بیمارستان، آتش نشانی، پایگاه مدیریت بحران) در مکان‌های مناسب
- بازنگری کلی در تهیه و اجرای طرح‌های جامع و تفصیلی در خصوص مکان یابی بهینه پایگاه‌های مدیریت بحران
- استفاده بهتر و بیشتر از قابلیت‌های فراوان تکنیک GIS و تحلیل شبکه دربرنامه‌ریزی مکانی مراکز امداد و نجات و به کارگیری آن در بخش اورژانس (به منظور تعیین بهترین مسیر) و همچنین مدیریت بحران

در پایان می‌توان گفت مهم‌ترین پیشنهاد در این زمینه، رعایت اصل پراکنش فضایی و توجه به خدمات پیش بینی

شده در تقسیمات کالبدی منطقه و شهر است.

References

Berke, P.R. and T. J. Campanella. 2006. Planning For Postdisaster Resiliency. ANNALS 604 (March):192-207.

Vale, L. J and Campanella T. J)2005(, The Resilient City: How Modern Cites Recover from Disaster-Axioms of resilience, Oxford University PreElon,1989

Beinar, Julian (2005). «Resurrecting Jerusalem». In: Vale, L.J. and Campanella, T.J. (eds.). The resilient city. How modern cities recover from disaster. New York: Oxford University Press

Kai, E. (1995). «Notes on Trauma and Community». In: Caruth, C. (ed.). Trau-ma: exploration in memory. Baltimore: Johns Hopkins Univerity Press, 183-198.

Mitchell, J.K. (1999). Crucibles of Hazard: Mega-cities and DisastersinTransition.London: United Nations University Press

Mumford, L. (1961). The city in history. London: Secker & Warburg.—(1972). The transformations of man.New York: Harper & Row.

UN-Habitat (2006). State of the World's Cities 2006/2007, UK: Earthscan. United Nations (2008). World Urbanization Prospects 2007 Revision. New York.

Chen, Y. and Jiang, S. (2009). «An analytical process of the spatio-temporal evolution of urban systems based on allometric and fractal ideas». Chaos, Solitons & Fractals, 39 (1), 49-64.

.Brans, J.P., and Mareschal, B. (1994). The PROMCALC-GAIA decision support system for multicriteria decision aid. Decision Support Systems, Vol. 12, No. 4/5, 297

Mitchell, W. & Townsend, A. (2005). Cyborg agonistes: Disaster and reconstruction in the digital electronic era. In Vale, L. & Campanella, T. (Eds.), The resilient city: How modern cities recover from disaster (pp. 313-334). New York, NY: Oxford University Press.

Masten, A. S.; Powell, J. L. 2003.(

Norris, F. H. et al., "Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness", American Journal of Bruneau, M. et al. (2003) .Resilience: AnIntegrated Approach, Charles C. Thomas, spring field, IL,

Maguire, B. & P. C. Hagen (2007). "Disasters and communities:understanding social resilience", The Australian Journal of Emergency Management ,Vol. 22, Pp.16-20.

Kimhi, S. & M. Shamai (2004), "Community resilience and the impact of stress," Adult response to Israel's withdrawal from Lebanon. J Community Psychol 32, 4, : 439-451.

Klein, R. J. & F. Nicholls (2006). "Thomalla, Resilience to natural hazards: how useful is this concept?" Environmental Hazards, 5, 1-2, Pp. 35- 45. Birkmann,

Adger, W. N. (2010). "Social and ecological resilience: Are they related ,"?Progress in Human Geography, Vol.24 (3): 347-364.

Cutter, L. et al. (2010). "Disaster resilience indicators forbenchmarking baseline conditions", Homeland Security and Emergency Management, 7(1): 1-22.

Cutter, L. et al., "Disaster resilience indicators forbenchmarking baseline conditions", Homeland Security and Emergency Management, 7, 1, 51 ,Pp. 1-22, 2010.

Klein, R. J. & F. Nicholls (2003). "Thomalla, Resilience to natural hazards: how useful is this concept?" Environmental Hazards, 5(1-2): 35-45..

Zhou, H. et al., "Resilience to natural hazards: A geographic perspective ,"Nat Hazards,

DOI 10.1007/s11069- 009- 9407-y, 2009.

Rose, A. (2004). Defining and measuring economic resilience to disasters. Disaster prevention and management, 13, 307-314.

Zhang, Y., Yang, Z., 2007. Eco-efficiency of urban material metabolism: a case study in Shenzhen, China. Acta Ecologica Sinica 27 (8), 3124e3131

Wolman, A., 1965. The metabolism of cities. Scientific American 213 (3), 179e190

Grimm, N. B., J. M. Grove, S. T. A. Pickett, and C. L. Redman. 2000. Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems. BioScience 50:571-584

Alberti, M. J. 2008. Advances in urban ecology: integrating humans and ecological processes in urban ecosystems. Springer, New York, New York, USA.

Levin, S., 2008. Foreword. In J. Norberg & G. Cumming, eds. Complexity theory for a sustainable future. New York, NY: Columbia University Press.
Folke, C., "Resilience: The emergence of a perspective for social ecological systems analyses", Global Environmental Change 16, 3, Pp.
Resilience Alliance. 2007. Assessing resilience in social-ecological systems: a workbook for scientists. Version 1.1. [online] URL
Dalziell, E. P., and McManus, S. T. (2004). Resilience, Vulnerability, Adaptive Capacity: Implications for System Performance. International Forum for Engineering Decision Making (IFED). Lorenzo
Tilio, L. et al. (2011). Resilient City and Seismic Risk: A Spatial Multi criteria Approach, ICCSA, Part I, Springer-Verlag, Berlin. Heidelberg,: 410-422.
Davis, I., Izadkhah, Y. (2006). Building resilient urban communi-ties. Article from OHI,31, 1, 11-21.
Nielson, Yodmani, S., (2003). "Disaster risk management and vulnerability reduction S Protecting the poor", Paper Presented atThe Asia and Pacific Forum on Poverty Organized by the Asian Development Bank, 2000. Buckle
Rose, A. (2004). Defining and measuring economic resilience to di-sasters.Disaster Prevention and Management, 13, 307-314.
Bhatti, Amjad (2005), Earthquake Relief and Recovery: Processes and Principles, Rural Development Policy Institute
Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Evans, E., Tate, E. and Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. Global Environmental Change, Vol 18 (4): 598-606.
Davis, I. and Izadkhah, Y.O. (2006). Building Resilient Urban Communities. Special Issue on South Asian Tsunami, Open House International Journal, Vol 31 (1): 11-21.
Dutta, V. (2012). War on the Dream, How Land use Dynamics and Peri-urban Growth Characteristics of a Sprawling City Devour the Master Plan and Urban Suitability, A Fuzzy Multi criteria Decision Making Approach, proceeded In 13th Global Development Conference "Urbanization and Development: Delving Deeper into the Nexus", Budapest, Hungary.
Mayunga, J. S. (2007). Understanding and applying the concept of community disaster resilience: A capital-based approach. A Draft Working Paper Prepared for the Summer Academy for Social Vulnerability and Resilience Building, Munich
Meck, S. (1998). Bringing smart Growth to your community, American Planning Association: www.planning.org.
Holling,C,S(1973)"Resilience and stability of ecological systems"Annual Review of Ecology and Systematics,4,1-23
Mitchell, T., Harris, K. (2012). Resilience: a risk management approach, background note, ODI. Troll, C. (1971). Landscape ecology (geo-ecology) and bio-coenology: a terminology study. Geofrum, 8: 43-46